

Method and device for cutting a flat workpiece that consists of a brittle material

Veröffentlichungsnummer DE19955824
Veröffentlichungsdatum: 2001-06-13
Erfinder HAUER DIRK (DE); GEISLER HEINZ-GEORG (DE)
Anmelder: SCHOTT SPEZIALGLAS GMBH (DE)
Klassifikation:
- **Internationale:** B23K26/40
- **Europäische:** C03B33/09B
Anmeldenummer: DE19991055824 19991120
Prioritätsnummer(n): DE19991055824 19991120

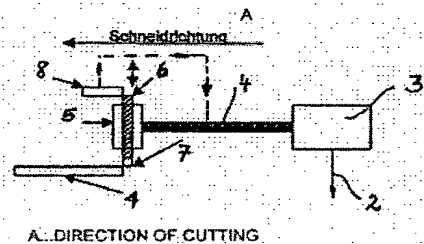
Auch veröffentlicht als

WO0138242 (A1)
EP1230177 (A1)
US6894249 (B1)

Report a data error here

Zusammenfassung von DE19955824

In the prior art, devices of this kind are typically provided with a drive system for producing a relative movement between the focused laser beam (2) and the workpiece (1) while the laser beam is displaced along a predetermined cutting line and a thermomechanical tension is induced, as well as with a slitting tool (7) for producing an initial crack at the beginning of the cutting line. Said slitting tool (7) is left in an operational engagement with the workpiece for a relatively long period when the relative movement is stopped. The aim of the invention is to reduce process times and keep damages to the workpiece to a minimum. To this end, the workpiece is slit while in motion by means of a device (5, 6, 8) for displacing the slitting tool (7) that is controlled so as to be coupled with the cutting movement of the laser beam (2) so that the slitting tool (7) can be shortly engaged with the workpiece (1) to slit it when the cutting movement starts.



Daten sind von der **esp@cenet** Datenbank verfügbar - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 55 824 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
B 23 K 26/40

②1 Aktenzeichen: 199 55 824.8
②2 Anmeldetag: 20. 11. 1999
④3 Offenlegungstag: 13. 6. 2001

DE 199 55 824 A 1

⑦1 Anmelder:
Schott Spezialglas GmbH, 55122 Mainz, DE
⑦4 Vertreter:
Fuchs, Mehler, Weiß, 65189 Wiesbaden

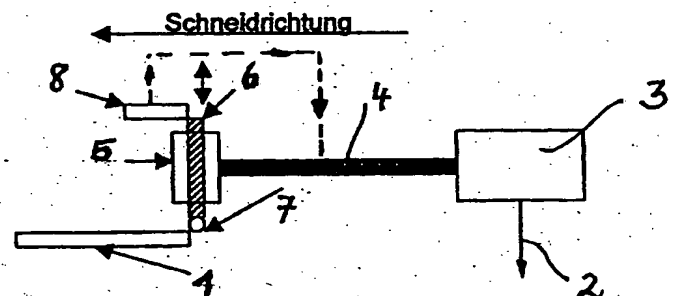
⑦2 Erfinder:
Hauer, Dirk, Dipl.-Ing., 55218 Ingelheim, DE;
Geißler, Heinz-Georg, 65510 Hünstetten, DE
⑤5 Entgegenhaltungen:
DE 44 11 037 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem: § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Schneiden eines Werkstückes aus sprödebrüchigem Werkstoff

⑤7 Vorrichtungen dieser Art sind typischerweise mit einer Antriebsanordnung zum Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem fokussierten Laserstrahl (2) und dem Werkstück (1) unter Bewegen des Laserstrahles entlang einer vorgegebenen Schneidlinie mit Induzierung einer thermomechanischen Spannung und mit einem Anritzwerkzeug (7) zur Erzeugung eines Initialrisses am Beginn der Schneidlinie versehen.
Dieses Anritzwerkzeug (7) wird derzeit bei gestoppter Relativbewegung relativ lange mit dem Werkstück in Wirkeingriff gebracht.
Die Erfindung sieht ein "fliegendes" Anritzen vor, indem eine Einrichtung (5, 6, 8) zum Verfahren des Anritzwerkzeuges (7) vorgesehen ist, die steuerungsmäßig derart mit der Schneidbewegung des Laserstrahles (2) gekoppelt ist, daß mit dem Start der Schneidbewegung das Anritzwerkzeug (7) in kurzzeitigem Anriß-Wirkeingriff mit dem Werkstück (1) bringbar ist.
Dadurch können die Prozeßzeiten verringert und die Verletzungen des Werkstückes kleingehalten werden.



DE 199 55 824 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Schneiden eines Werkstückes aus sprödebrüchigem Werkstoff, insbesondere Glas oder Keramik, mit einem Laserstrahl, durch Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Werkstück unter Bewegen des Laserstrahles entlang einer vorgegebenen Schneidlinie mit Induzierung einer thermomechanischen Spannung, ausgehend von einem mechanisch erzeugten Initialriß. Eine bevorzugte Anwendung ist dabei das Schneiden von Flachglas.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Vorrichtung zum Schneiden eines derartigen Werkstückes mittels eines Laserstrahles.

Konventionelle Trennverfahren für Flachglas basieren darauf, mittels eines Diamanten oder eines Schneidrädchens zunächst eine Ritzspur im Glas zu generieren, um das Glas anschließend durch eine äußere mechanische Kraft entlang der so erzeugten Schwachstelle zu brechen. Nachteilig ist bei diesem Verfahren, daß durch die Ritzspur Partikel (Splitter) aus der Oberfläche gelöst werden, die sich auf dem Glas ablagern können und dort beispielsweise zu Kratzern führen können. Ebenfalls können sogenannte Ausmuschelungen an der Schnittkante entstehen, die zu einem unebenen Glasrand führen. Weiterhin führen die beim Ritzen entstehenden Mikrorisse in der Schnittkante zu einer verringerten mechanischen Beanspruchbarkeit, d. h. zu einer erhöhten Bruchgefahr.

Ein Ansatz, sowohl Splitter als auch Ausmuschelungen und Mikrorisse zu vermeiden, besteht im Trennen von Glas auf der Basis thermisch generierter mechanischer Spannung. Hierbei wird eine Wärmequelle, die auf das Glas gerichtet ist, mit fester Geschwindigkeit relativ zu dem Glas bewegt und so eine derart hohe thermomechanische Spannung aufgebaut, daß das Glas Risse bildet. Der notwendigen Eigenschaft der Wärmequelle, die thermische Energie lokal, d. h. mit einer Genauigkeit besser einen Millimeter, was den typischen Schnittgenauigkeiten entspricht, positionieren zu können, genügen Infrarotstrahler, spezielle Gasbrenner und insbesondere Laser. Laser haben sich wegen ihrer guten Fokussierbarkeit, guten Steuerbarkeit der Leistung sowie der Möglichkeit der Strahlformung und damit der Intensitätsverteilung auf Glas bewährt und durchgesetzt.

Dieses Laserstrahl-Schneidverfahren, das durch eine lokale Erwärmung durch den fokussierten Laserstrahl in Verbindung mit einer Kühlung von außen eine thermomechanische Spannung bis über die Bruchfestigkeit des Werkstoffes induziert, ist durch mehrere Schriften bekannt geworden. Beispielsweise wird auf die DE 43 05 107 C2, die DE 693 04 194 T2 oder die EP 0 872 303 A2 hingewiesen.

Dieses Verfahren unterscheidet sich grundsätzlich von dem beispielsweise aus der EP 0 062 482 A 1 oder der US 5,120,926 bekannten Laserstrahl-Schneidverfahren, bei dem ein Aufschmelzen des Glases unter Ausbildung einer Schnittfuge stattfindet, wobei durch ein Gas die Schnittfuge ständig sauber geblasen wird.

Das erstgenannte Laserstrahl-Schneidverfahren hat sich aus den verschiedensten Gründen als das überlegenere Verfahren erwiesen und in der Praxis durchgesetzt. Von ihm geht auch die Erfindung aus.

Es erfordert typischerweise einen sogenannten Start- oder Initialriß am Anfang der gewünschten Schneidlinie, indem typischerweise durch ein Ritzwerkzeug mechanisch eine Schwachstelle auf der Glasoberfläche oder an der Glaskante, ein Anritzen, erzeugt wird. Die vom Laserstrahl auf der Schneidlinie aufgebaute thermomechanische Spannung führt dann zu einem Bruch des Glases, der von der Schwachstelle ausgeht. Diese Initialrißerzeugung wird bei-

spielsweise in der US 4,044,936 beschrieben.

Im bekannten Fall wird der Initialriß bei unterbrochener Relativbewegung zwischen Laserstrahl und zu schneidendem Werkstück, d. h. "stehend", in einem in sich abgeschlossenen separaten Anritzprozeß erzeugt, indem das Ritzwerkzeug mit einer vorgegebenen mechanischen Kraft auf die Glasoberfläche gedrückt wird.

Die Nachteile der bekannten Methode sind:

Die Schneidverfahrendauer wird jeweils um einige Sekunden verlängert, da vor jedem Laserschnitt ein Initialriß erzeugt werden muß. Ferner ist die Anritzdauer relativ lang, so daß die Gefahr einer Verletzung des Glases unter Splitterbildung entsteht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs bezeichnete Verfahren so zu führen bzw. die eingangs bezeichnete Vorrichtung so auszubilden, daß sich die Schneidprozeßzeiten verringern und die Gefahr einer Verletzung des sprödebrüchigen Werkstoffes sehr gering ist.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt bei dem Verfahren zum Schneiden eines Werkstückes aus sprödebrüchigem Werkstoff mit einem Laserstrahl durch Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Werkstück unter Bewegen des Laserstrahles entlang einer vorgegebenen Schneidlinie mit Induzierung einer thermomechanischen Spannung, ausgehend von einem mechanisch erzeugten Initialriß, gemäß der Erfindung dadurch, daß der Initialriß gekoppelt mit der Startschneidbewegung des Laserstrahles erzeugt wird.

Bei der Vorrichtung zum Schneiden eines Werkstückes aus sprödebrüchigem Werkstoff mit einem Laserstrahl, mit einer Antriebsanordnung zum Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem fokussierten Laserstrahl und dem Werkstück unter Bewegen des Laserstrahles entlang einer vorgegebenen Schneidlinie mit Induzierung einer thermomechanischen Spannung, und mit einem Anritzwerkzeug zur Erzeugung eines Initialrisses am Beginn der Schneidlinie, gelingt die Lösung dieser Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß eine Einrichtung zum Verfahren des Anritzwerkzeuges vorgesehen ist, die steuerungsmäßig derart mit der Schneidbewegung des Laserstrahles gekoppelt ist, daß mit dem Start der Schneidbewegung oder kurz danach das Anritzwerkzeug in kurzzeitigem Anriß-Wirkeingriff mit dem Werkstück bringbar ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Prinzip wird somit der Initialriß "fliegend", d. h. in derselben Bewegung, mit der der Schnitt durch den Laserstrahl entsteht, ohne die Relativbewegung zu stoppen, erzeugt. Dadurch ergeben sich nachstehende Vorteile gegenüber einem in sich abgeschlossenen separaten Anritzprozeß.

- Für jeden Schnitt ergibt sich eine Prozeßzeitverkürzung von einigen Sekunden.
- Die Verletzung des Glases wird durch die kurze Anritzdauer, die das "fliegende" Anritzen bedingt, extrem gering gehalten. Dadurch werden Splitter vermieden und die Genauigkeit gesteigert.

Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet und werden im folgenden anhand der Beschreibung eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben.

Ein flaches Glassubstrat 1 soll von einem Laserstrahl 2 eines Laserscanners 3 entlang einer vorgegebenen Schneidlinie geschnitten werden.

Die entsprechenden Vorrichtungen sind einschlägig bekannt, z. B. durch die eingangs zitierten Schriften, und brauchen daher hier nicht mehr näher erläutert zu werden. Zwi-

schen dem Laserstrahl 2 und dem Glassubstrat 1 besteht entlang der angegebenen Schneidrichtung eine Relativbewegung, wobei typischerweise das Glassubstrat feststeht und der Laserstrahl 2 bewegt wird. Umgekehrt kann auch der Laserstrahl 2 feststehend sein und das Glassubstrat 1 einen Vorschub erfahren.

Über die symbolisch dargestellte Verbindung 4 ist ein Hubmagnet 5 steuerungstechnisch mit dem Scanner 3 verbunden. Dieser weist eine Schaltfahne 6 auf, die, wie durch Pfeile angedeutet, je nach Ansteuerung des Hubmagneten 5 hoch und runter bewegt werden kann. Am unteren, glassubstratseitigen Ende der Schaltfahne 6 ist ein Anritzwerkzeug 7, z. B. ein Hartmetallrädchen, angebracht. Der Schaltfahne 6 ist an einer geeigneten Stelle ein Positionssensor 8 zugeordnet, dessen Ausgangssignal auf den Steuereingang des Hubmagneten 5 geschaltet ist, wie es durch die gestrichelte Linie angedeutet ist.

Das erfindungsgemäße "fliegende" Anritzen funktioniert wie folgt: Das Hartmetallrädchen 7 wird in der beginnenden Schneidbewegung gegen den Rand des Glassubstrates 1 bewegt. Wenn es ihn berührt, erfährt es eine leichte Hubbewegung von max. 1 mm. Diese relative Positionsveränderung des Rädchens wird von dem Sensor 8 erkannt und daraufhin wird durch die Steuerung ein schnelles Anheben des Rädchens um ca. 5 mm mittels des Hubmagneten 5 veranlaßt. Das Anheben erfolgt in einem Zeitbereich von ca. 0 bis 2 sec.

Die Hubbewegung des Anritzwerkzeuges kann auch durch einen hydraulischen oder pneumatischen Aktuator erfolgen. Der Vorteil des Hubmagneten liegt jedoch in seiner schnellen Reaktionszeit.

Durch das erfindungsgemäße "fliegende" Anritzen werden die Verletzungen im Glas so gering gehalten, daß sie mit bloßem Auge nicht erkennbar sind.

Das Wesen der Erfindung besteht in dem "fliegenden" Anritzen, d. h. einem Anritzen in einer Bewegung mit dem Laserstrahlschnitt. Dieses Anritzen funktioniert zwar wie am dargestellten Beispiel beschrieben am schnellsten, kann aber in langsamerer Abfolge (aber immer noch in der Schnittbewegung) auch anders (z. B. falls das Anritzwerkzeug keine Schaltfahne besitzt und rein signalgesteuert bewegt wird) realisiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schneiden eines Werkstückes aus sprödbrechigem Werkstoff mit einem Laserstrahl durch Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Werkstück unter Bewegen des Laserstrahles entlang einer vorgegebenen Schneidlinie mit Induzierung einer thermomechanischen Spannung, ausgehend von einem mechanisch erzeugten Initialriß, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Initialriß gekoppelt mit der Startschneidbewegung des Laserstrahles erzeugt wird.

2. Vorrichtung zum Schneiden eines Werkstückes (1) aus sprödbrechigem Werkstoff mit einem Laserstrahl (2), mit einer Antriebsanordnung zum Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem fokussierten Laserstrahl (2) und dem Werkstück (1) unter Bewegen des Laserstrahles entlang einer vorgegebenen Schneidlinie mit Induzierung einer thermomechanischen Spannung, und mit einem Anritzwerkzeug (7) zur Erzeugung eines Initialrisses am Beginn der Schneidlinie, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Einrichtung (5, 6, 8) zum Verfahren des Anritzwerkzeuges (7) vorgesehen ist, die steuerungsmäßig derart mit der Schneidbewegung des Laserstrahles (2) gekoppelt ist, daß mit dem Start der

Schneidbewegung oder kurz danach das Anritzwerkzeug (7) in kurzzeitigem Anriß-Wirkeingriff mit dem Werkstück (1) bringbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung eine über seinen Steuereingang von der Schneidbewegung des Laserstrahles aktivierten Hubmagneten (5) mit einer Schaltfahne (6) aufweist, an deren einem Ende das Anritzwerkzeug (7) angebracht ist, und der ein Positionssensor (8) zur Erfassung der Stellung der Schaltfahne (6) zugeordnet ist, dessen Ausgangssignal auf den Steuereingang des Hubmagneten geschaltet ist, und daß die Steuerung des Hubmagneten (5) so getroffen ist, daß das Anritzwerkzeug (7) durch eine entsprechende Verfahrensbewegung der Schaltfahne (6) in der beginnenden Schneidbewegung gegen den Rand des Werkstückes (1) bewegt wird, wodurch eine Positionsänderung der Schaltfahne (6) ausgelöst wird und über das Ausgangssignal des Sensors (8) und Aktivieren des Hubmagneten ein schnelles Anheben der Schaltbühne und damit des Anritzwerkzeuges erfolgt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung durch einen hydraulischen oder pneumatischen Aktuator gebildet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

